COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

PROGRAMA DE PROSPECCION DE URANIO

MISION PASO DE LAS PIEDRAS

Informe Técnico

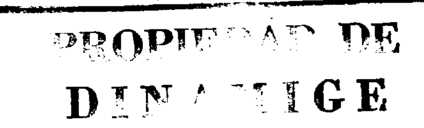
Quim. Ind. JORGE BOSSI - Consultor

Quim. Ind. HECTOR MUJICA - Coordinador

Quim. Ind. MIRTA UMPIERRE - Jefe de Laboratorio

Br. NEBIO GALIPOLO - Asistente

Octubre 1966



MISION PASO DE LAS PIEDRAS

CONTENIDO

Octubre 1966

MISION PASO DE LAS PIEDRAS

INFORME TECNICO

Q.I. JORGE BOSSI - Consultor

RESUMEN

La misión Paso de Las Piedras se realizó como consecuencia de que M.A. GRIMBERT, Jefe de la misión francesa del C.E.A. encontró en unos antiguos sondeos, altos valores radioactivos.

Analizadas las muestras en los laboratorios de la Facultad de Química en Montevideo y en los del CEA, en Francia, dieron valores que oscilan entre 2.500 y 3.000 ppm en uranio.

La necesidad de acudir a prospectar esa zona fue inmediata, pues si ese valor se mantenía en una extensión considerable, estábamos en presencia de un yacimiento de uranio. Desafortunadamente los estudios posteriores probaron que la extensión fue limitada y no concluyente por ahora. La carta geológica de la región, confeccionada por A. FERNANDEZ, Profesor Adjunto de Geología de la Facultad de Agronomía, muestra una tectónica complicada y el área deberá ser estudiada con mayor detalle antes de dar la opinión definitiva.

Las crecientes del Río Negro en el verano, obligaron a detener por ahora los trabajos, pero en breve deberán retomarse, pues la estructura geológica es favorable para la existencia de un yacimiento.

El área recorrida tiene antiguas rocas glaciales como materiales geológicos y cada roca tiene estructura lenticular. Un solo lente de aproximadamente 1 Km cuadrado y unos 10 m de potencia máxima con un tenor de 3.000 ppm en uranio, podría ser un yacimiento explotable.

Merced a la importancia que esta área reviste, fue efectuado un estudio completo y al máximo detalle. Fueron realizadas las siguientes tareas:

1) Carta geológica

2) Prospección geoquímica sistemática con muestras cada 500 m.

3) Tres sondeos testigos de 25 m de profundidad cada uno.

4) Prospección cintilométrica detallada.

La misión Paso de las Piedras fue efectuada entre el 1° y el 30 de diciembre de 1965, por un prospector francés, un asistente y 6 ayudantes. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de geoquímica de la Facultad de Química en Montevideo.

Superficie Relevada - 170 Km^2

Muestras dobles de agua y aluvión: 549

Densidad aproximada: 3 muestras / Km^2

INTRODUCCION

Motivo

Esta misión se realizó respetando las directivas trazadas por A. GRIMBERT en su "Proyecto de trabajo para estudiar los índices radiactivos de los sondeos de Paso de las Piedras", cuya traducción, realizada por el Q.I. H. MUJICA, se transcribe:

"El estudio radiométrico sistemático de las muestras de testigos "de sondeos conservados en el Instituto Geológico del Uruguay a razón "de una muestra de 200 g aproximadamente por cada m 0.50 de testigo "permitió descubrir ciertas muestras que presentan actividades anorma- "les.
" Esas muestras radioactivas provenían de sondeos de 20 m de profun- "didad realizados en filas aproximadamente perpendiculares sobre el "Río Negro próximo a Paso de Las Piedras (Durazno) para la construc- "ción de un puente ferroviario (ver plano N° 1). Los cuatro sondeos "que tienen actividad anormal están situados a 15 m de separación en- "tre ellos sobre la orilla izquierda del Río Negro. En el plano N° 2, "a escala 1/500 esos puntos están referidos de la siguiente forma:

" - 308/33/B entre 5 y 7 m de profundidad con un máximo de 140 c/s SPP2

" - 308/34/A entre 12,5 y 17 m de profundidad con un máximo de 360 c/s SPP2.

" - 308/35 entre 14,5 y 16 m de profundidad con un máximo de 360 c/s SPP2.

" - 308/36 con actividades anormales a 12-716 y 18 m de profundidad movimiento propio del aparato de medida es de 55 c/s SPP2

" Los tenores de uranio hechos sobre muestras del sondeo 308/35 en- "tre 15 y 15,50 m de profundidad son los siguientes:

" Uranio soluble en ácido nítrico 2,5 N: 800 ppm

" Uranio total después de ataque en ác. fluorhídrico: 3000 ppm

"Las anomalías corresponden a muestras de areniscas arcillosas gri-"ses, pertenecientes a la formación fluvio-glacial San Gregorio, del "Gondwana Inferior, descansando sobre el Zócalo de gneis.

" El corte geológico establecido a partir de los sondeos, por el "geólogo que ha estudiado el conjunto de testigos, hace aparecer, a "100 m al este de la zona mineralizada, una interrupción en la forma-"ción sub-horizontal de San Gregorio, hallada entre 4 y 6 m de pro-"fundidad debajo de aluviones recientes del Río Negro, sin que sea "posible precisar si se trata de un cambio lateral de facies o de un "accidente tectónico (ver plano N° 2).

" Una gira sobre el terreno ha permitido darse cuenta de lo siguien-"te: Los sondeos radioactivos están situados debajo del empedrado "del puente, sobre la orilla izquierda.

" Los desmontes pueden provenir de trabajos de terraplenes existen-" tes para las fundaciones y tienen una actividad anormal de 300 c/s " SPP2 para un movimiento propio de 50 c/s. Un nivel de arenisca ar-" cillosa activa existe próximo en la trinchera de la vía férrea y se " encuentra igualmente a algunos cientos de metros de una falla impor-" tante aproximadamente paralela a la rivera izquierda del Río Negro. " Esta región se puede considerar favorable a la existencia de concen-" traciones uraníferas y en estas dondiciones se pueden escoger los " trabajos siguientes:

" 1) Sondeo de Control

" Tres sondeos de taladro de 25 m aproximadamente son necesarios " para: verificar la existencia de la mineralización uranífera, preci-" sar la naturaleza y el contenido de la toma mineralizada, definir " la situación estratigráfica, así como la dirección y la pendiente " de las formaciones encajantes.

" 2) Estudio geológico de Superficie

" Se trata de determinar la estructura de la región a fin de " tomar una interpretación correcta de los resultados de la prospec-" ción.

" 3) Prospección Geológica y Radiométrica detallada (1/25.000)

" Para precisar la forma y la extensión de una zona mineraliza-" da.

" 4) Prospección Geoquímica y Radiométrica General (1/100.000)

" Para buscar índices nuevos en el seno de la misma formación " y las formaciones vecinas.

"Medios Disponibles para Emprender esos Trabajos

" a) Sondeos, material y personal del Instituto Geológico

" b) Estudio geológico. Personal docente de la Facultad de Agronomía.

" c) Prospección geoquímica y radiométrica. Dos equipos de perforación de la C.N.E.A. bajo la responsabilidad de Nebio Galipoco. Disponen de 2 jeeps con choferes del Ejército y 2 cintilómetros y de un SRAT; pueden instalarse en dos vagones de AFE en el Km 329.
Otro equipo de prospección de la C.N.E.A. bajo la responsabilidad de M. Fournier disponiendo de un jeep con chofer del Ejército, de un scintilómetro y de un SRAT, se instalará en la estancia del Sr. Calos MATTOS sobre la rivera derecha del Río Negro. Existe un mapa planimétrico de 1/25.000, también fotos aéreas a 1/25.000 y 1/40.000 de la región que será el objeto de una prospección detallada. La prospección general puede hacerse con los mapas habituales de 1/100.000 del departamento de Durazno, de Tacuarembó y Cerro Largo.
Las muestras geoquímicas serán traídas cada semana por vía terrestre al laboratorio de la Facultad de Química, donde se hará su análisis a la brevedad. Los trabajos pueden comenzar el 30 de Noviembre de 1965.

" 1 mapa de situación de 1/100.000 de la región a prospectar.

" 1 mapa de situación de 1/10.000 de puntos a perforar.

" 1 corte y plano de 1/500 de los sondajes proyectados."

Fdo: A. Grimbert

Ubicación Geográfica

El sector estudiado se encuentra al centro del país en los departamentos de Durazno y Tacuarembó y dividido aproximadamente en el centro por el Río Negro.

La mitad Sur del área se encuentra en el rincón de Las Piedras que es la curva que forma el Río Negro para recibir las aguas del Río Tacuarembó habiendo sido estudiada la zona comprendida entre el Arroyo del Estado de Río Negro y La Picada del Gallo sobre este río.

La mitad Norte está comprendida en el Dpto. de Tacuarembó sobre el Río Negro entre la desembocadura del Río Tacuarembó y la del arroyo Cordobés.

Fisiografía y drenaje

La región tiene varios tipos de topografía: al norte del Río Negro la zona es bastante plana pues la mayoría de los suelos se apoyan sobre aluviones; en cambio en la mitad sur del área, el terreno es plano sólo en una pequeña faja costera del río, que se encuentra cubierta de un monte natural muy tupido; el resto es ondulado y fuertemente ondulado.

La red hidrográfica es muy densa principalmente en la zona del Dpto. de Durazno que es una zona que presenta algunas elevaciones fuertes, pero en general los valles son muy planos y a pesar de la cantidad de cursos de agua, el drenaje es imperfecto.

Todo el drenaje se hace por intermedio del Río Negro.

La región es destinada en su mayoría a la ganadería extensiva y sólo pequeñas áreas a la agricultura.

Condiciones de trabajo

Se trabajó durante 4 semanas con 3 equipos instalándose 2 campamento simultáneos. Un campamento instalado en una estancia en el Dpto. de Tacuarembó, propiedad del Sr. Carlos Mattos a quien hacemos llegar nuestro agradecimiento por la colaboración desinteresada, donde se instaló el prospector francés y el equipo integrado por 2 ayudantes.

El otro campamento se instaló en los vagones que AFE cedió a la CNEA en la Estación 329 en el Dpto. de Durazno donde se radicaron el asistente y 4 ayudantes que formaban dos equipos.

La locomoción fue brindada, como en todos los casos anteriores, por las Fuerzas Armadas y se contó con 4 jeeps con los respectivos conductores.

La base cartográfica consistió en: A) mapa planimétrico del Ministerio de Obras Públicas escala 1/25.000. B) Algunas fotos del Río Negro, en la zona de la construcción del puente ferrocarrilero a escala aproximada 1/24.000, adquiridas al Instituto Aerofotogramétrico del Uruguay, S.A.

Las muestras de agua y aluvión fueron tomadas en todos los arroyos a intervalos de 500 m. Todos los circuitos a pie y algunos circuitos en vehículo tuvieron por objeto hacer una cintilometría primaria de la zona.

Los circuitos trazados en rojo sobre la carta planimétrica fueron hechos a pie, los que están en verde en coche.

Durante la realización de la misión, anotamos 2 días de lluvias abundantes que fueron el día 3/12/65 por la nocha, en que cayeron 30

12

mm y el día 10/12/65 que llovió por la tarde aproximadamente 20 mm.

Trabajos complementarios

Dado el interés que despertó esta zona por los antecedentes de los análisis de los testigos de las perforaciones realizadas con motivo de la construcción de los fundamentos del puente ferroviario, se realizaron varios tipos de trabajos complementarios.

Ellos son: a) 3 perforaciones, que fueron realizadas por el Instituto Geológico del Uruguay, b) un relevamiento sistemático de suelos en una zona adyacente a la cabecera Sur del puente, c) un relevamiento reticulado radiométrico del Rincón de Las Piedras.

GEOLOGIA

La zona a estudio está apoyada sobre sedimentos glaciales de la formación San Gregorio - Tres Islas. Estos sedimentos se encuentran aflorando en la zona sur del área, en el Dpto. de Durazno, hasta la faja costera del Río Negro donde aparecen los sedimentos aluvionales cuaternarios que se extienden todo lo ancho del río; en la parte norte de la región estudiada, en el Dpto. de Tacuarembó, cubre casi toda la zona estudiada.

En la parte sur, cerca de la cabecera del puente, donde existía un mayor interés, se solicitó la colaboración de la Facultad de Agronomía para que la Cátedra de Geología realizara el relevamiento geológico detallado. El informe producido en fecha 26 de diciembre de 1965, se adjunta a continuación.

FACULTAD DE AGRONOMIA
CATEDRA DE GEOLOGIA
ANGEL FERNANDEZ - Profesor Adjunto

GEOLOGIA DEL PASO DE LAS PIEDRAS

MEMORIA DESCRIPTIVA

Introducción

El presente trabajo se ha realizado a solicitud de la C.N.E.A., como parte del estudio general de la zona de Paso de Las Piedras.

El trabajo general de Prospección de Uranio que se está desarrollando actualmente, y al cual este relevamiento es una pequeña contribución, es un magnífico ejemplo de las posibilidades del esfuerzo coordinado de distintos Organismos Estatales, cuando se cuenta con una dirección técnica experimentada y competente.

El Relevamiento Geológico de la zona de Paso de Las Piedras, se realizó durante los días 8 a 17 de diciembre de 1965, contándose con el respaldo económico de la C.N.E.A.

Para la primera fase del trabajo (reconocimiento preliminar) se contó con la colaboración de A. Techeira, Ayudante de Geología.

Elementos de Trabajo

Para la realización del trabajo se contó con locomoción facilitada por el Ejército al C.N.E.A. Como material cartográfico de base se contó con:

a) Mapa planimétrico a escala 1/25.000, de muy buena exactìtud. El trabajo se realizó a esta escala, por ser justamente el elemento más exacto de que se disponía, y sobre todo el más adecuado para poner los datos del terreno.

b) Foto aérea a escala aproximada 1/24.000 de buena calidad, aunque no se dispuso de pares estereoscópicos. Los principales rasgos estructurales se observan muy bien en las mismas.

c) Mapa planimétrico con parcial topografía, a escala 1/5.000. Presenta extensas áreas en blanco, y no representa ninguna mejora respecto a la carta 1/25.000. Por no encontrarse satisfactoria, y por corresponder principalmente a una zona de escasos afloramientos, se decidió no usarla durante el relevamiento.

Criterio de Trabajo

En el transcurso del relevamiento, se dió especial atención al estudio de los siguientes aspectos:

a) definición exacta de los distintos tipos litológicos, así como establecimiento de sus distribuciones espaciales; determinación de los facies de deposición de los diferentes tipos litológicos.

b) Determinación de la estructura general del área.

c) Localización y determinación de la extensión de las fallas.

d) Establecimiento de sucesiones estratigráficas en los depósitos del área ya locales, ya regionales.

Otros aspectos, como fenómenos de ferrificación y silicificación, también fueron estudiados aunque con menos detalle. En realidad, todos los objetivos propuestos se cumplieron satisfactoriamente, salvo el relativo a sucesión estratigráfica regional, dado que la zona de afloramientos próximos, está restringida a un área relativamente pequeña y de marcada uniformidad litológica. Afloramientos muy distantes no pueden tomarse con seguridad para reconstruir sucesiones estratigráficas, dada la posibilidad de cambios laterales de facies, tan características del ambiente glacial.

Geologia General

Zona Estudiada

La zona estudiada se encuentra al S. del Río Negro y se extiende como una ancha franja N.S. que tiene como eje el camino que se extiende paralelo a la vía y que llega hasta el Paso de Las Piedras (ver plano N° 3). El límite N de la zona estudiada ha sido el mismo Río Negro, y el límite S, está aproximadamente a la altura de una casilla sobre la vía férrea, que se encuentra aproximadamente 2 Km al S. de la Estación de F.C. del Km 329. La extensión total del área relevada es de unos 3 Km 1/2 en sentido NS., y algo más de 1 Km en sentido EW.

La elección de la zona se ha basado en la necesidad de relevar los alrededores de la cabecera del puente ferroviario proyectado, y en las limitaciones naturales que ofrecen las zonas limítrofes sin afloramientos: densos montes muy extendidos hacia el E. y el N.; llanuras aluviales hacia el W. y SE.; y una excesiva distancia del centro de interés, más al Sur del límite adoptado.

Topografía

En el área relevada se distinguen tres zonas topográficas diferentes:

a) Una franja estrecha que se extiende al E. del camino que va de la Estación de F.C. del Km 329 hasta el Paso de Las Piedras. Esta franja, limitada por un extenso monte natural por el E., se caracteriza por una topografía marcadamente quebrada. Esta zona es la parte más rica en afloramientos del área relevada.

b) Una zona plana extensa, muy desarrollada al NW. del área. Esta zona corresponde al terreno aluvial, y faltan totalmente los afloramientos en la misma.

c) Una zona intermedia de topografía suavemente ondulada, que se desarrolla inmediatamente al W. del camino.

A grandes rasgos, las tres zonas corresponden a tipos litológicos diferentes:

- la zona quebrada, principalmente a areniscas de grano fino
- la zona ondulada, a tillitas, conglomerado de drift y campos de bloques (cantos y bloques).
- la zona plana, a aluviones.

Principales tipos Litológicos. Facies de deposición

Se han diferenciado en el área tres tipos litológicos principales:

- Tillita y drift estratificado		depósitos del frente glacial
- Areniscas finas	estratificadas	fluvioglaciales
	masivas	limnoglaciales
- Arcosas de grano medio	típico	facies fluvioglacial

Ocasionalmente se han encontrado lutitas várvicas (en el área relevada, un solo afloramiento), de facies limnoglacial.

A) Tillita y drift estratificado

Afloran en varios desmontes de la vía férrea desde la casilla de ferrocarril, hasta la falla mayor f_M , que bruscamente separa diferentes tipos litológicos. En numerosos puntos del terreno, al W de la falla f_M, la erosión ha determinado la formación de campos de bloques. Están señalados con "c" en la carta geológica. La mejor exposición de tillita del área, es la del desmonte D2 que se extiende desde unos 200 m al N de la casilla del ferrocarril hasta la curva de la vía. La roca presenta una matriz limosa muy compacta de color verdoso grisáceo muy claro, conteniendo gravilla y grava dispersa muy abundante, y una menor proporción de cantos y bloques de hasta 80 cm de diámetro.

Una estimación aproximada de la naturaleza litológica de los bloques y cantos dio lo siguiente (sobre 35 cantos):

granito (j) 34 %

cuarcita (q) 24 %

cuarzo (Q) 15 %

arenisca (A), gneis ( ), filita ( ), ópalo, etc. 27 %

Los cantos son bastante redondeados (algunos bien redondeados) lo que sugiere que han sufrido más de un ciclo de deposición, o más probablemente, dada la textura a veces arenosa de la matriz de la tillita, revelan un facies de "tillita superglacial". Esta se habría formado por acumulación progresiva de los cantos encerrados por el hielo durante el retiro del frente glacial.

Son visibles en el desmonte (D2), las típicas tillitas ya descritas, con sus cantos dispersos en la matriz sin orientación alguna, alternando con niveles algo más estratificados en los que los cantos achatados yacen subhorizontales. En estos niveles es evidente la acción del agua como agente de deposición. En los niveles "masivos" de tillita, se encuentran con frecuencia cantos achatados subverticales. Debe señalarse que en todos los casos, los depósitos carecen de selección. Localmente, algunos niveles arenosos de pocos centímetros de espesor, aumentan lateralmente de potencia hasta tener más de 1 m. En estos sitios los bancos arenosos intercalados en la tillita están constituídos por areniscas de grano grueso, areniscas gravillosas, y areniscas conglomerádicas. La presencia de estos niveles areniscosos fluvioglaciales, acentúa el carácter de "frente glacial en fusión" asignado al ambiente de deposición de las tillitas.

Las mismas características se mantienen en las tillitas de toda el área relevada, pero vale la pena destacar que siempre la matriz es limo-arenosa o aún arenosa, faltando las fracciones más finas. Esta característica constante de las tillitas de la zona, su asociación con niveles groseramente estratificados y aún con niveles arenosos, y el carácter subredondeado (o aún redondeado) de los cantos incluídos, permite establecer con bastante certeza, que se trata de <u>tillitas superglaciales y drift estratificado</u> (lavado)

B) Areniscas finas

Afloran principalmente en la zona de topografía más quebrada, cerca del camino. Las mejores exposiciones corresponden a los puntos 4, 5, 8, 12 y 13 (ver fig. N° 3).

Son areniscas finas (0.3 mm) muy bien seleccionadas, masivas, o estratificadas por color, en láminas marrones, amarillas y blancas (con franco predominio del amarillo), paralelas, localmente muy finas (algunas décimas de milímetro) y en partes centimétricas. El cemento

de la arenisca es siempre arcilloso. Ocasionalmente la estratificación es granulométrica, y llegan a observarse laminillas de muscovita que se disponen ya paralelas a los planos de estratificación, ya sin orientación aparente alguna. En los afloramientos en forma de cornisas alargadas, aunque el carácter de la arenisca sea masivo, suele presentarse una segregación más o menos marcada en bancos o lechos de 15 a 40 cm de potencia, caracterizada a veces por una resistencia diferencial de los lechos a la erosión. Otras veces es posible observar que en los niveles de separación, se han desarrollado numerosos huecos, que le dan un aspecto muy característico (afloramiento 12). En los afloramientos extensos, es posible observar la marcada uniformidad de estas areniscas.

Cuando se ha podido observar la sucesión en la vertical, en un desnivel de importancia, se confirma la uniformidad litológica de estas areniscas.

En el afloramiento 4, que se extiende en sentido EW en un largo arco cuya concavidad mira al sur, se observan buenas exposiciones de roca durante 50 metros. La observación permitió constatar que en el perfil domina "una arenisca amarilla de grano fino, masiva, o estratificada por Color". Sólo se observaron ocasionales variaciones, por ejemplo un nivel de 30 cm de limo estratificado poco seleccionado, con granos de arena fina a media, dispersa en ciertos niveles, y aún de arena gruesa (y hasta gravilla). También se observó un nivel de 25-30 cm de potencia de una arenisca muy fina o limo. En el tercio inferior de la sección, ocurre un lecho de lo que sería la arenisca más gruesa de la misma, aunque siempre arenisca fina (0.5 mm), que permite apreciar en la superficie de erosión, estratificación cruzada. El perfil 2, en el material gráfico adjunto, resume las observaciones realizadas (en proporción, se ha exagerado el espesor de los niveles diferentes intercalados).

Estas areniscas parecen corresponder a la deposición más alejada de los lavados fluvioglaciales, tal vez en zonas suficientemente llanas como para formar extensas láminas de agua, poco afectadas por las variaciones estacionales del régimen de los ríos. En todos los casos faltan las típicas lutitas várvicas de depósito de lago glacial, por lo que parece más probable que se trate de deposición en zonas llanas, como se ha sugerido.

Otro tipo de arenisca fina presente en el área está muy bien expuesta en los desmontes D3a, D3c y D5. Son areniscas de grano fino a medio (0,5 mm) de color amarillo o lila claro, de cemento arcilloso, bien seleccionadas, finamente estratificados (con estratos de 1 a 2 mm), que frecuentemente presenta laminillas de muscovita en los planos de estratificación. Los estratos son bien visibles en la superficie erosionada del desmonte, y en conjunto presentan estratificación entrecruzada. Son típicas areniscas fluvioglaciales.

C) Arcosas de grano medio.

El tercer tipo litológico, aflora especialmente en el borde oriental del área, siendo también visible en los desmontes, y especialmente contra las fallas.

Son areniscas feldespáticas de grano medio (o arcosas), poco estratificadas, o estratificadas por color, con los feldespatos alterados bien visibles como puntos blancos arcillosos, destacándose sobre el fondo marrón amarillento de la roca. En muchos casos la estratificación de las arcosas es granulométrica, y ya en muestras de mano revela una estratificación grosera definida por alternancia de niveles de grano medio y niveles de grano fino. Ocasionalmente están asociados a niveles de areniscas gravillosas y niveles conglomerádicos.

Contra una laguna ubicada unos 650 m al este del Paso de Las Piedras hay una excelente exposición de arcosas de grano medio, con estratificación de tendido largo, paralela, en partes entrecruzada. La roca es en general bastante bien seleccionada aunque presenta algunos niveles gravillosos o gravilla dispersa. Los feldespatos alterados se destacan sobre el fondo marrón ferruginoso de la arcosa. Estas rocas representan los depósitos de un típico ambiente fluvioglacial.

Rasgos geológicos y tectónicos

La característica más saliente del área, es tratarse de una zona fuertemente fallada y plegada, por lo que es fundamental dedicar un capítulo aparte para considerar la evolución tectónica (ver figura Nº 4)

Una gran falla de rumbo N 20-25 W (f_M), es el mayor accidente geológico del área. La existencia de esta falla está suficientemente probada por:

a) Siguiendo los desmontes de la vía ferrea desde la Estación de F.C. hacia los pilares del puente, se observa un brusco cambio litológico entre los desmontes D_1 y D_{3a} consecutivos, y una pronunciada garganta que los separa. Las rocas del desmonte D_1 son tillitas arenosas y drif arenoso estratificado que se presentan a manera de dique, en tanto que D_{3a} son siltitas y areniscas finas. La garganta de separación corresponde a la falla fm.

b) El desmonte D_1, caracterizado por su curiosa morfología en "diques" de tillita (en tillita alterada), suministró los datos de rumbo y buzamiento que se presentan en los diagramas de frecuencia expuestos en la fig. Nº 5. La dirección preferencial de los "diques" es N 20 - 30 W, vale decir, paralela a la dirección de la falla fM. Estos "diques" habrían resultado seguramente de una cementación diferencial de la tillita, a lo largo de direcciones preferenciales de circulación.

c) Hay una marcada alineación en la foto aérea (seguida para marcar la

extensión de la falla), definida por la garganta topográfica que separa los desmontes D_1 y D_{3a}, por la dirección de los "talweg" y por numerosas manchas de humedad (ojos de agua).

d) La alineación que define la falla M separa netamente distintos tipos litológicos a un lado y otro de la misma, salvo en el norte del área. Al oeste de fM ocurren tillitas, y con gran frecuencia se observan "campos de cantos" ("C" en el mapa geológico) que resultan de la erosión y remoción (o edafización) de las fracciones más finas de las tillitas. Al E de fM ocurren sedimentos de facie fluvioglacial, o sea las areniscas finas y las arcosas estratificadas de grano medio, así como limos limnoglaciales. En esta zona del este, es típica la estructura plegada.

La ocurrencia de un campo de cantos inmediatamente al E de fM en el N del área, y una marcada alineación señalada por M. FOURNIER (marcada en trazo fino en el mapa de rasgos estructurales), lleva a pensar que fM debería seguir esta segunda alineación. No obstante, no resultó posible (al menos para el autor del trabajo), ver un pasaje razonable de dicha alineación por la garganta de separación de los desmontes (punto constatado de la falla); por lo que se ha preferido seguir la primera alineación para el trazado de fM.

Las rocas que se extienden al E de la falla fM hasta el extenso monte de la zona baja del E, revela una estructura claramente plegada, en pliegues sin-anticlinales relativamente simétricos. La estructura plegada se revela tanto en escala local como regional.

Buenos ejemplos de estructuras plegadas locales, lo constituyen los desmontes D5 y D3b (cantera).

El desmonte D5 ubicado frente a lo del Sr. Prieto, tiene 60 m de extensión y 4 de altura. Estructuralmente define un sinclinal, como puede verse en el corte geológico N° 1 de la figura N° 6.

El contacto entre las areniscas inferiores, de grano fino,(intercaladas ocasionalmente con arcosas de grano medio), y las superiores finamente estratificadas, actualmente bien marcado por ferrificación, permite definir perfectamente la estructura sinclinal.

El desmonte D_{3b} de la cantera (corte geológico 2 de la figura N° 6) muestra el sinclinal más perfecto y espectacularmente expuesto, conocido en Uruguay. El frente total de la cantera tiene 80 m de largo y 6 m de alto. La línea marcada con "1", es la traza de un plano estructural (de separación litológica) invadidos por óxidos de hierro. Presenta rumbo N 10 W y buzamiento casi vertical. Este plano corresponde a una falla que separa 3a y 3b.

La línea "2" corresponde a la traza de un plano estructural de deposición y deslizamiento, Presenta rumbo N 38 y buzamiento 52° NE. En las superficies expuestas de roca, contra este plano estructural, es posible observar un sistema de estrías paralelas de rumbo N 55 E. Esto

indica que se ha producido un deslizamiento paralelo a esta dirección durante la formación del sinclinal, y que en consecuencia el eje del pliegue es N 37 W, lo que concuerda con los datos obtenidos para el plano "2". Otro plano con estrías, similar al 2 dio rumbo N° 53°W y buzamiento 45°NE, con estrías de rumbo N 65 E. En este caso, el eje teórico del pliegue tendría rumbo N 15 W.

Encima del plano "2", comienza un nivel de 2,5 m de espesor, con marcados rollos de flujo, que en la cara del desmonte enfrente a la cantera, llega a tener más de 4 m de espesor, debido al mayor arrollamiento. La sucesión continúa con:

- 1 m de siltita o limolita
- 0,6 m de arenisca fina mal seleccionada con grava y cantos dispersos de hasta 6 m.
- 7 m de limolitas

Ejemplos de estructuras plegadas regionales se observan en los cortes 3 y 4 de la fig. N° 5. En todos los casos, los pliegues presentan como rasgo distintivo, ejes de la misma dirección que la falla mayor fM:

- en el mapa de rasgos estructurales se observan 2 ejes (uno sin y otro anticlinal) de rumbos N 23-28° W. Tal vez existe un tercer eje casi sobre el camino y paralelo a los anteriores.
- en el sinclinal de la cantera, las estrías sobre los planos de deslizamiento, indicaban direcciones de eje comprendidas entre N 15 W y N 37 W
- los rumbos de todos los afloramientos de la zona, se han representado en el diagrama de frecuencias N° 2 de la figura N° 5, revelando un modo en N 20-30 W.

Por otra parte, el tercer diagrama de frecuencia, correspondientes a rumbos de fallas (datos del terreno), revela también un máximo en las mismas direcciones. Es claro que plegamiento y fallas, han sido consecuencia de un mismo sistema de esfuerzos, no habiendo practicamente separación en el tiempo entre uno y otro fenómeno.

Debe observarse aquí, que la zona estudiada, es en definitiva una franja tectónicamente perturbada, de dirección N 20-30 W. Por este motivo, aunque sin disponer de evidencia directa alguna, es muy probable que el borde oriental de esta franja, que termina bruscamente contra el monte, sea también una falla, que prácticamente pasaría por la cabecera del puente en el terraplén.

Sucesión estratigráfica

En definitiva no ha sido posible establecer una sucesión de carác-

ter general ya que los tipos litológicos diferentes no aparecen próximos más que en zonas falladas.

No obstante se han establecido pequeñas sucesiones locales en ciertos desmontes como el D3b, D5, perfil 2 (afloramiento 4), y el cerro "del horno", muy próximo al comienzo del terraplén del puente, en la base del cual se observaron lutitas con anomalías radioactivas (ver figura N° 7).

En todas formas parece dudosa su aplicabilidad para correlación con los sondeos, dadas las numerosas fallas, a veces de pequeña entidad, visibles como crestas de óxido de hierro, y sobre todo dada la posibilidad de que una falla importante, paralela al borde oriental del "quiebre topográfico", pase casi sobre la cabecera del puente.

Bibliografía

BONTE - Introduction a la lecture des Cartes Géologiques.
1958, Mason.

FLINT - Glacial geology and the Pleistocene Epoch
1945, Wiley

DUNBAR Y RODGERS - Principios de estratigrafía
1963, Wiley-Cecsa.

ANALISIS QUIMICOS - Q.I. MIRTA UMPIERRE URQUHART

Durante el desarrollo de esta misión, el equipo de laboratorio realizó los siguientes análisis:

1°) Determinaciones de uranio en 548 muestras de aluviones

Se pueden esquematizar de la manera siguiente los datos obtenidos:

335 muestras, dan valores inferiores a 1 ppm de uranio
141 " " " entre 1 y 2 ppm de uranio
50 " " " " 2 y 3 " " "
16 " " " " 3 y 5 " " "
6 " " " " 5 y 10 " " " Se trata de las muestras N° 144, 424, 498, 163, 463 y 508.

2°) Determinaciones de uranio y resistividad en 149 muestras de agua.

Se dan los datos de uranio y de residuo seco calculado a partir de ese dato y del de resistividad.

Datos de uranio:

96 muestras dan valores inferiores a 1 ppb de uranio
37 " " " entre 1 y 2 " " "
16 " " " " 2 y 3 " " "

Por otra parte, con respecto a los datos de resíduo seco que son más significativos que los de uranio en ppb (se expresan en ppm de uranio con respecto a las sales totales):

Todas las muestras dan resíduos secos superiores a 1

14 muestras dan valores entre 1 y 2 ppm
22 " " " " 2 y 3 "
47 " " " " 3 y 5 "
51 " " " " 5 y 10 "
11 " " " " 10 y 20 "
4 " no se pudo calcular por no disponer de los dos datos necesarios debido a ser insuficiente la cantidad de agua

Los valores entre 10 y 20 corresponden a las muestras:

N° 44 - 13 ppm
" 48 - 11 "
" 51 - 16 "
" 54 - 10 "
" 56 - 16 "
" 78 - 12 "
" 119 - 10 "
" 118 - 10 "
" 316 - 11 "
" 327 - 12 "
" 662 - 10 "

3°) Determinaciones de uranio en 184 muestras de suelos

El estudio de los suelos, da el siguiente esquema:

102 muestras dan valores inferiores a 1 ppm
74 " " " entre 1 y 2 "
8 " " " " 2 y 3 "

4°) Estudio de dos muestras de testigos de sondeo conservados en el I.G.U.

Muestra 308/35

Ataque corriente (HNO_3 2,5 N) - 713 ppm de uranio
Ataque total ($HF-HClO_4$) - 2933 " " "

Muestra 34. Prof. 14,5 - 15 m

Ataque corriente	-	714 ppm de uranio
Ataque total	-	1500 " " "

5°) Estudio de 3 perforaciones.

Se estudiaron tres perforaciones de 25 m cada una, analizándose una muestra representativa de cada 0,50 cm. Los resultados son los siguientes:

Perforación 972/1

16 muestras dan valores inferiores a 1 ppm de U
10 " " " entre 1 y 2 " " "
9 " " " " 2 y 3 " " "
6 " " " " 3 y 4 " " "
3 " " " " 4 y 5 " " "
3 " " " " 5 y 6 " " "
1 muestra da un valor de 6,2 ppm de U (es la de 8 a 8,50 m)

Perforación 972/2

23 muestras dan valores inferiores a 1 ppm de U
10 " " " entre 1 y 2 " " "
6 " " " " 2 y 3 " " "
10 " " " " 3 y 4 " " "
4 " " " " 4 y 5 " " "
1 muestra da un valor de 6 ppm de U (es la de 8 a 8,50 m)

Perforación 972/3

46 muestras dan valores inferiores a 1 ppm de uranio
2 " " " entre 1 y 2 " " "
1 " " " " 3 y 4 " " "
1 " " " " 4 y 5 " " "

Estas últimas son, respectivamente, las de 0,00 - 0,50 m y la de 23 y 23,50 m.

PRINCIPIOS DE INTERPRETACION DE LOS DATOS GEOQUIMICOS

N. GALIPOLO

Estos principios tendrían que haber sido expuestos detalladamente desde el primer informe (Las Animas). Sin embargo fue necesario disponer de suficiente tiempo y de intercambiar muchas ideas con R. FOURNIER para poder redactar en forma más o menos clara y concisa, estos fundamentos que serán de utilidad para comprender las recomendaciones que el suerpo técnico dictará al finalizar cada misión.

Como el presente informe se refiere a una región donde existieron cantidad de dificultades físicas para el desarrollo de la misión, no podía dilatarse más, la expposición suscinta de estos fundamentos generales.

Una de esas dificultades ha sido la falta de agua en la mayoría de los cursos menores y la gran sequía reinante que puede favorecer un aumento en la concentración de uranio en aguas y aluviones.

La toma de muestra sistemática se realiza en aguas y en aluviones o suelos de aluvión y por ello existen dos grupos de consideraciones:

a) En las aguas

Las anomalías se determinan en relación al tenor fundamental regional.

El tenor en ruanio del agua, depende no solamente del tenor en uranio de la roca por la que ella circula, sino igualmente de la naturaleza física y físico-química del medio, influenciado por la roca y por el grado de alteración de ésta. A una roca que presenta un tenor en uranio superior a otra, puede muy bien corresponder a un agua menos cargada de uranio.

Sólo las aguas que se infiltran profundamente en la roca son susceptibles de reflejar su composición.

Las aguas de superficie o aquellas que circulan cerca de la superficie, en las zonas lixiviadas, pueden no presentar más que un pálido reflejo de las formaciones en cuyo seno circulan.

Cuando la campaña hidrogeoquímica subre dos regiones presentando como en este caso, condiciones geológicas diferentes, se tendría que definir un tenor fundamental para cada formación y todavía tener en cuenta las mezclas que se producen en los cursos de las aguas al pasar de una formación a otra. Para simplificar este problema, se utiliza el tenor en uranio del residuo seco, calculado a partir de la resistividad, según la fórmula

$$\text{salinidad (mg/l)} = \frac{72.000}{18° \ /cm/cm^2}$$?

Así es posible adoptar un mismo tenor fundamental para distintas formaciones sedimentarias.

b) En los suelos o aluviones

Después de ubicar los resultados sobre el plano, es preferible representar los tenores, trazando las curvas de igual tenor (iso-normales).

La interpretación por curvas de igual tenor está basada simplemente en el sig. axioma: cuanto más fuerte es un tenor, hay más posibilidades de la existencia de una concentración uranífera.

Pero si el interés de una anomalía es función del tenor, ella es igualmente función de muchos otros factores, en particular: forma, homogeneidad, extensión, situación topográfica, relaciones con la geología (petrografía y tectónica), la vegetación, etc.

El trazado de curvas iso-normales de este modo tiene el propósito de definir con la mayor exactitud posible el "relieve" o "realce" del mapa de concentraciones.

Ahora bien, todas las anomalías que aquí aparecen pueden o no corresponder a concentraciones anormales de uranio, pues hay muchos factores que inciden en la aparición de anomalías no significativas. Algunos de estos factores son:

A) Una modificación de la naturaleza petrográfica del Sub-suelo tiene por consecuencia una variación en el "tenor fundamental".

B) Una depresión superficial provoca una acumulación de aguas superficiales y un medio más rico en m.o.

C) Un cambio brusco de la pendiente aumenta la corriente de aguas subterráneas.

D) Un cambio de vegetación modifica la composición del suelo.

Estas son anomalías accidentales que hay que eliminar para conservar aquellas que son susceptibles de corresponder a una acumulación anormal de uranio.

La anomalía geoquímica interesante es generalmente masiva, con un fuerte gradiente en la parte central y curvas que se esparcen regularmente hacia afuera.

Salvo raras excepciones, la anomalía geoquímica no coincidirá con el fenómeno que lo dio nacimiento.

Por otro lado, una gran regularidad de tenores altos no es absolutamente favorable, pues puede corresponder a un aumento local del "tenor fundamental" del lecho rocoso.

La importancia de los altos tenores y su contraste en relación al "fondo" no son siempre criterios satisfactorios, porque los tenores obtenidos en superficie pueden no tener más que una lejana influencia con el material geológico, en razón de ciertos fenómenos de acumulación. Se puede dar el caso que las anomalías geoquímicas aparezcan en ausencia de todo yacimiento, pero es casi imposible que una con-

centración importante de uranio exista cerca de la superficie sin dar anomalías geoquímicas en los suelos.

RESULTADOS

Se recopilaron 5 clases de datos numéricos en orden de detalle creciente:

a) análisis químico de muestras de aluvión

b) análisis químico de muestras de agua

c) relevamiento radiométrico reticulado

d) análisis químico y relevamiento radiométrico de suelos

e) análisis químico y radiométrico de las perforaciones

Valores de uranio obtenidos en las muestras de aluvión

El primer paso fue intentar trazar las curvas isonormales. Esto se desbarató frente al hecho que los tenores de uranio en los aluviones no presentaban zonas de agrupamiento de valores altos donde existan realmente anomalías.

Fueron extraídas 549 muestras de las cuales sólo 132 sobrepasan el tenor fundamental que para esta zona se consideró de 1,0 ppm. De ellas, sólo 65 muestras sobrepasan el doble del tenor fundamental y como a su vez se encuentran dispersas, sin conexión geográfica ni geológica, no deben tenerse en cuenta en esta etapa. No es posible desde ahora establecer si cada una de ellas no refleja una concentración alta de uranio a mayor profundidad. Para descifrar ello será necesario efectuar estudios más avanzados como por ejemplo determinar la relación uranio/radón. Finalmente sólo 7 muestras presentaron valor de uranio 5 veces superior al tenor fundamental.

Como fue dicho antes, las verdaderas anomalías deben ser masivas, con datos elevados agrupados, y expandiéndose gradualmente. Esto no fue observado en el área.

Valores de uranio en las aguas

Este estudio se vio seriamente dificultado por la sequía reinante durante el período en que se realizaron los trabajos (diciembre 1965). Es así que de 549 muestras teóricamente planteadas en el mapa, fue posible extraer sólo 147 muestras de agua. Por ello quedaron grandes zonas sin relevar y se torna ahora bastante difícil poder presentar conclusiones definitivas.

La zona norte del área (en el Dpto. de Tacuarembó) presenta los valores más altos de uranio en las aguas.

- 15 muestras contienen entre 7 y 10 ppm de uranio en el residuo seco
- 3 muestras contienen entre 11 y 15 ppm
- 2 muestras contienen 16 ppm

Anomalías (ver figura N° 8)

No existen anomalías bien marcadas, pero es posible ver que hay cuatro zonas donde los valores son significativamente elevados.

En los campos del Sr. Delgado (anomalía N° 1) tenemos la siguiente distribución de valores en una pequeña cuenca hidrográfica de 2 Km cuadrados: 2 muestras de 16 ppm; 1 muestra de 13 ppm; otra de 11 ppm, otra de 10, otra de 9 y otra de 8. Esa zona representa pues, un área que merece ser estudiada en más detalle, pues sin poder por ahora extraer conclusiones por las dificultades arriba anotadas, esto constituye típicamente una anomalía geoquímica de uranio, en las aguas. Esta zona será designada (anomalía N° 1, ver mapa de prospección general uranio).

Paradójicamente, las muestras de aluvión de la misma cuenca hidrográfica dan valores normales y aún por debajo del tenor fundamental. Se encuentran también otros grupos de valores elevados que merecen ser designados anomalías, si bien parecen en primera aproximación ser de menor importancia.

La anomalía N° 2 se encuentra en los campos del Sr. Sayanez en el extremo SW del área. Presenta una muestra de agua de 12 ppm en el residuo seco, otra de 7 ppm y otra de 6 ppm.

En los campos del Sr. Pintos en el extremo sur del área, en el Dpto. de Durazno se ubicó la anomalía N° 3. Hay 2 muestras de agua y 3 de aluviones con valores elevados. Esta anomalía merece ser señalada especialmente, pues todo el curso del agua muestra valores elevados. El problema mayor en este caso ha sido la imposibilidad de extraer muestras en un trecho de 6 Km. En este trecho, no obstante, como en la generalidad del área, los aluviones no contienen elevado tenor en uranio.

La anomalía N° 4 se encuentra en campos del Sr. Clariget al E NE de la mitad sur del área estudiada. Los valores anómalos aparecen en una pequeña cañada que desagua en el Río Negro. Aquí la anomalía nuevamente está en las muestras de agua y no en los aluviones.

Si bien existen otras zonas con valores elevados, no se pudo trazar

en ellas los contornos de una posible anomalía geoquímica. Esto no quiere decir que esos datos tengan que ser descartados definitivamente, sino que merecen una prioridad menos importante que las zonas anteriores.

Relevamiento radiométrico reticulado.

Esto trabajo representó un estudio de más detalle que los anteriores. En la cabecera del puente había un punto con 8000 c/s SPP-2. En los alrededores inmediatos también se encontraron otros puntos con valores de radiactividad elevada, entre 1000 y 2000 choques SPP-2. De acuerdo a estos valores preliminares, M. GRIMBERT aconsejó efectuar el relevamiento radiométrico reticulado a escala 1/5000 en un área de 10 Km^2 con líneas separadas 100 metros entre sí y con medidas cada 50 metros a lo largo de cada línea. El resultado se expresa gráficamente en la carta radiométrica N° 9 a escala 1/10.000 pues no fue necesario mayor detalle. Como puede verse en dicho mapa, la única región con valores elevados, dignos de ser tenidos en cuenta, se encuentra en el extremo SSE, en campos de los señores Luján y Rolón.

De acuerdo con ese resultado se pasó a una etapa de mayor detalle, o sea la extracción de muestras de suelo.

Análisis químico de muestras de suelo.

Se realizó una carta a escala 1/1000 de un área de 9 há y las muestras fueron extraídas en los nudos de una red cuadrada de 20 mts. de lado. Los resultados se expresan en la carta geoquímica (carta N° 10) y se observa que existen 3 zonas importantes.

Las zonas N° 1 y 2 alcanzan un máximo de 2.6 ppm; la zona N° 3 llega a un máximo de 2,3 ppm.

De este estudio se concluyó que la anomalía mayor se encuentra en las cercanías de la cabecera del puente, tal cual lo previsto desde el comienzo del estudio en el área.

De ello surgió la ratificación de la necesidad de realizar sondeos de estudio para ubicar exactamente la roca portadora de uranio. Eso constituyó la etapa final del estudio de la zona de Paso de las Piedras, en esta primera etapa de prospección general.

Perforaciones.

El estudio cintilométrico sistemático de sondeos en el IGU encontró anomalías en algunas perforaciones de Paso de las Piedras, que fueron referidas anteriormente y que motivaron la realización de esta misión. Estos sondeos, referidos con número 33, 34, 35 y 36 figuran en el plano N° 2 perteneciente al "Proyecto de Trabajo" de A. GRIMBERT expuesto en la Introducción.

Dados los indicios favorables, se creyó conveniente por parte de la Misión Francesa, realizar sondeos exploratorios en las vecindades de la cabecera occidental, al norte de la misma, cada una de 25 mts. de profundidad.

Los datos cintilométricos no acusaron ninguna anomalía importante. Los análisis químicos, tal cual fueron expuestos en el capítulo correspondiente, tampoco.

Sin embargo, el estudio tectónico realizado en forma minuciosa por A. FERNANDEZ, permitió demostrar que por la propia cabecera del puente pasa una falla cuya magnitud es desconocida, pero cuya dirección ha podido ser exactamente determinada. De ello se deduce que 3 sondeos son insuficientes para definir la estructura geológica del área por presentar ésta, una fuerte tectónica.

RECOMENDACIONES

En realidad los resultados de la misión Paso de las Piedras deben ser considerados como preliminares y no se pueden extraer de ellos conclusiones definitivas.

Varios factores influyeron para que ésto ocurriera.

No se ha podido determinar aún la causa de que las aguas presenten valores de uranio anómalos en ciertas regiones y los correspondientes aluviones no. En primer lugar será necesario revisar esos datos y repetirlos en el laboratorio.

La sequía reinante durante el desarrollo de la misión impidió la toma de la mayoría de las muestras de agua programadas en el gabinete, sobre los mapas. Ese hecho disminuyó grandemente el número de valores a tener en cuenta y por lo tanto limita el carácter definitivo de las conclusiones. Merece citarse especialmente el caso de la anomalía geoquímica N° 3. En segundo lugar pues, deberá volverse a la zona en otoño o primavera.

El estudio geológico ha sido extremadamente detallado como lo requerían las circunstancias pues debía permitir interpretar la distribución espacial de una concentración anómala de uranio. No obstante ello, las fotos aéreas no permitieron llevar el estudio geológico al nivel de detalle que será necesario para la ubicación de los próximos sondeos. Entonces, como tercera recomendación, cuando se reemprenda el estudio de esta zona, se necesitarán fotos aéreas a menor escala y/o más contrastadas que las existentes. Luego de ello podrá realizarse un estudio geológico a escala 1:2.000 como el caso lo requiere.

Cuando se retiró la Misión Francesa, no existía en Uruguay, ningún experto en desarrollo de un yacimiento de uranio y el Consultor

entendió que no debían realizarse estudios de detalle hasta que el Q.I. Goso terminara su curso de especialización y volviera de Francia para asesorarnos. Con esa idea se suspendieron los trabajos y se buscó en cambio continuar la prospección sistemática en otra zona dentro de la misma Formación Geológica.

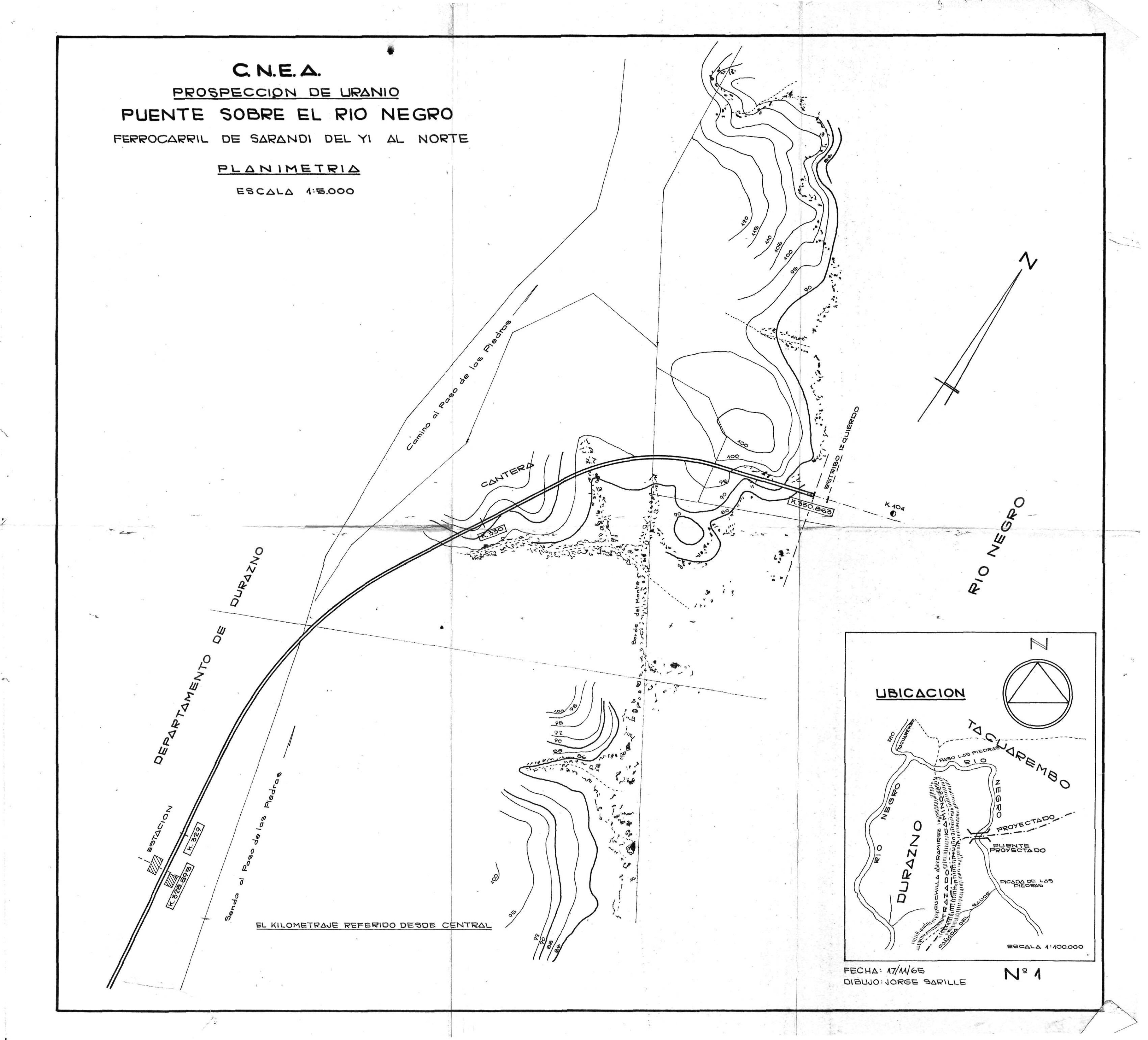
Como cuarta recomendación parece conveniente mantener actualmente el mismo criterio y no aumentar el detalle de los trabajos hasta tanto se conozca con aceptable seguridad la distribución de valores de uranio en aguas y aluviones en cada una de nuestra Formaciones Geológicas. Ello permitirá comparar anomalías y establecer científicamente el orden de prioridad más adecuado.

Finalmente, considerando todos los factores en su conjunto, surge como recomendación concreta, continuar los estudios en esta zona. El tenor en uranio de las muestras halladas en los sondeos del Instituto Geológico del Uruguay es suficientemente elevado como para que esta región merezca un estudio cuidadoso.

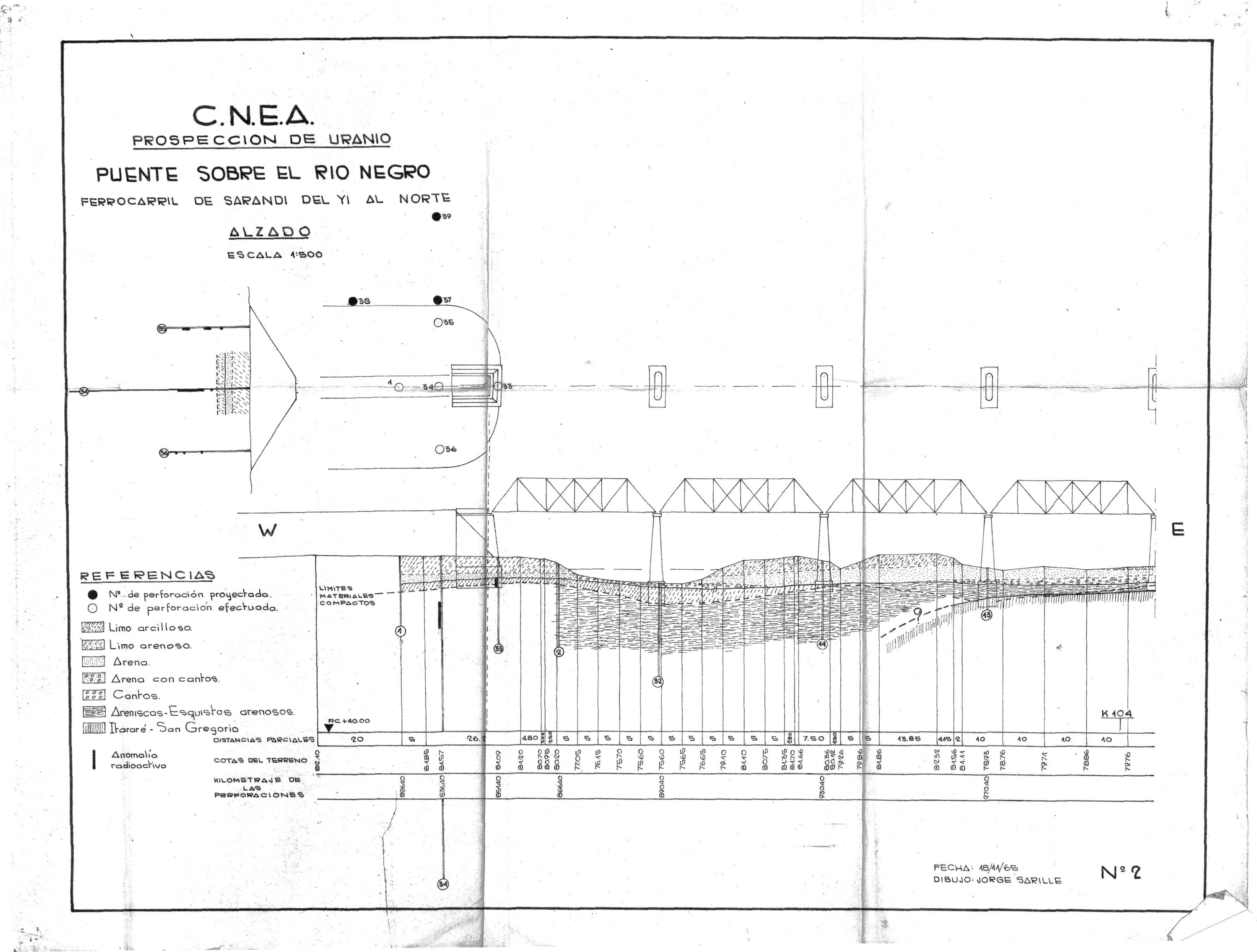
Deberá procurarse superar la cantidad de condiciones adversas que existieron durante el desarrollo de la misión en diciembre de 1965 lo que seguramente se logrará con la experiencia que nuestro equipo posee ahora de la región.

Montevideo, Octubre 1966.-

Jorge Bossi
Consultor



C.N.E.A.
PROSPECCION DE URANIO
PUENTE SOBRE EL RIO NEGRO
FERROCARRIL DE SARANDI DEL YI AL NORTE
PLANIMETRIA
ESCALA 1:5.000
Camino al Paso de las Piedras
CANTERA
ESTRIBO IZQUIERDO
K.350.863
K.104
K.330
RIO NEGRO
DEPARTAMENTO DE DURAZNO
Borde del Monte
Senda al Paso de las Piedras
ESTACION
K.329
K.328.895
EL KILOMETRAJE REFERIDO DESDE CENTRAL
N
UBICACION
TACUAREMBO
RIO NEGRO
PASO LAS PIEDRAS
PROYECTADO
PUENTE PROYECTADO
DURAZNO
PICADA DE LAS PIEDRAS
ESCALA 1:100.000
FECHA: 17/11/65
DIBUJO: JORGE SARILLE
Nº 1



C.N.E.A.
PROSPECCION DE URANIO
PUENTE SOBRE EL RIO NEGRO
FERROCARRIL DE SARANDI DEL YI AL NORTE
ALZADO
ESCALA 1:500
W
E
REFERENCIAS
Nº de perforación proyectada.
Nº de perforación efectuada.
Limo arcilloso.
Limo arenoso.
Arena.
Arena con cantos.
Cantos.
Areniscas-Esquistos arenosos.
Itararé - San Gregorio
Anomalía radioactiva
LIMITES MATERIALES COMPACTOS
RC. +40.00
K 104
DISTANCIAS PARCIALES: 20 | 5 | 26.2 | 4.80 | 1.00 | 2.50 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2.80 | 7.50 | 2.50 | 5 | 5 | 13.85 | 4.15 | 2 | 10 | 10 | 10 | 10
COTAS DEL TERRENO: 82.10 | 81.85 | 81.57 | 81.09 | 81.20 | 80.70 | 80.95 | 80.20 | 77.05 | 76.15 | 75.70 | 75.60 | 75.60 | 75.65 | 76.65 | 79.10 | 81.10 | 80.75 | 81.35 | 81.70 | 81.66 | 80.36 | 80.12 | 79.26 | 79.86 | 81.86 | 82.32 | 81.56 | 81.11 | 78.93 | 78.76 | 79.71 | 78.86 | 79.76
KILOMETRAJE DE LAS PERFORACIONES: 826.40 | 836.40 | 851.40 | 866.40 | 890.40 | 930.40 | 970.40
FECHA: 18/11/65
DIBUJO: JORGE SARILLE
Nº 2

MAPA GEOLOGICO

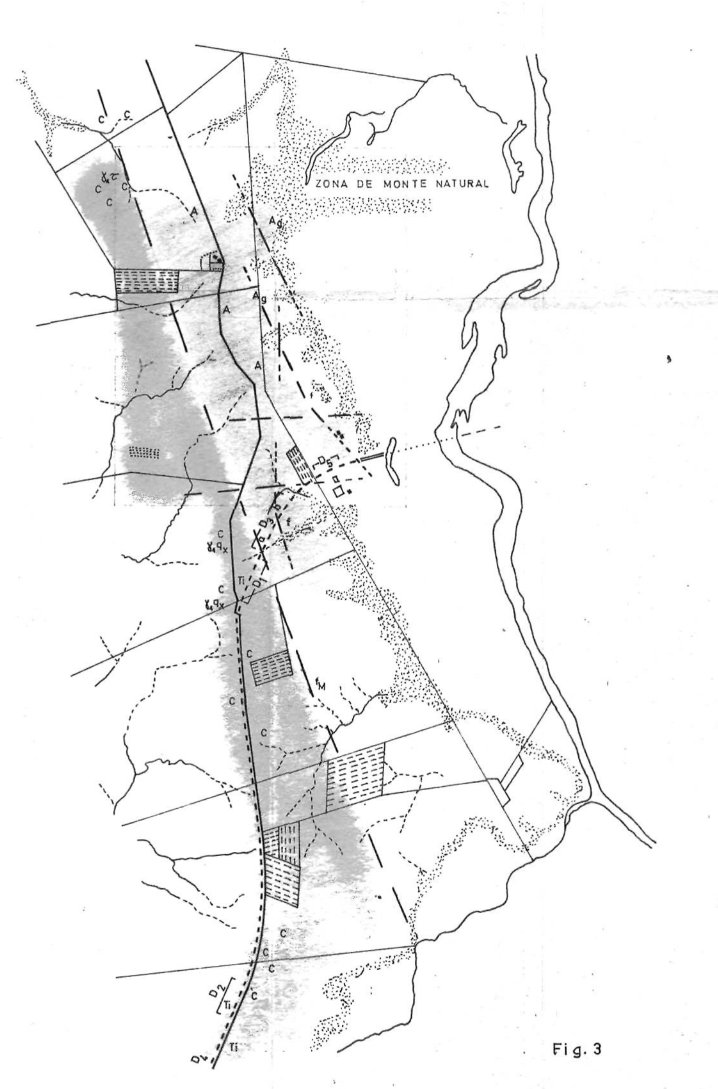


Fig. 3

REFERENCIAS

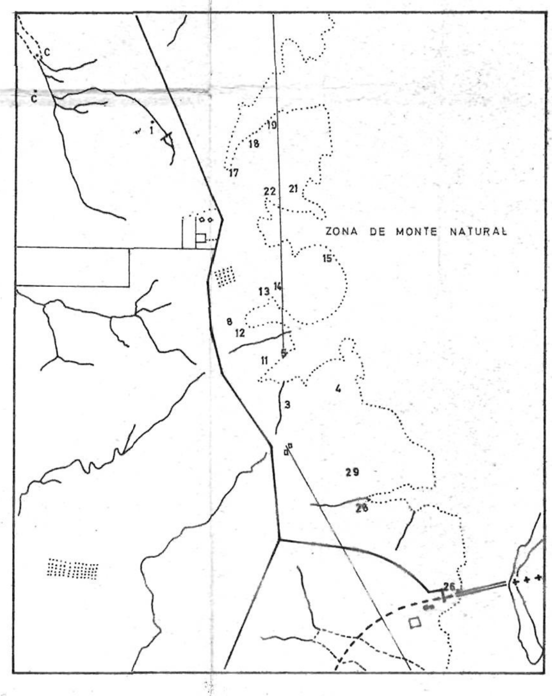
Ti ——— Tillita
C ——— Cantos

A ——— Areniscas finas
Ag ——— " " gruesas

f ——— Fallas

Escala 1:20.000

MAPA DE UBICACION DE LOS AFLORAMIENTOS DE IMPORTANCIA ESTRUCTURAL



DIBUJO — J. SARILLE

RASGOS ESTRUCTURALES

Base ampliada de la foto aérea (2X).

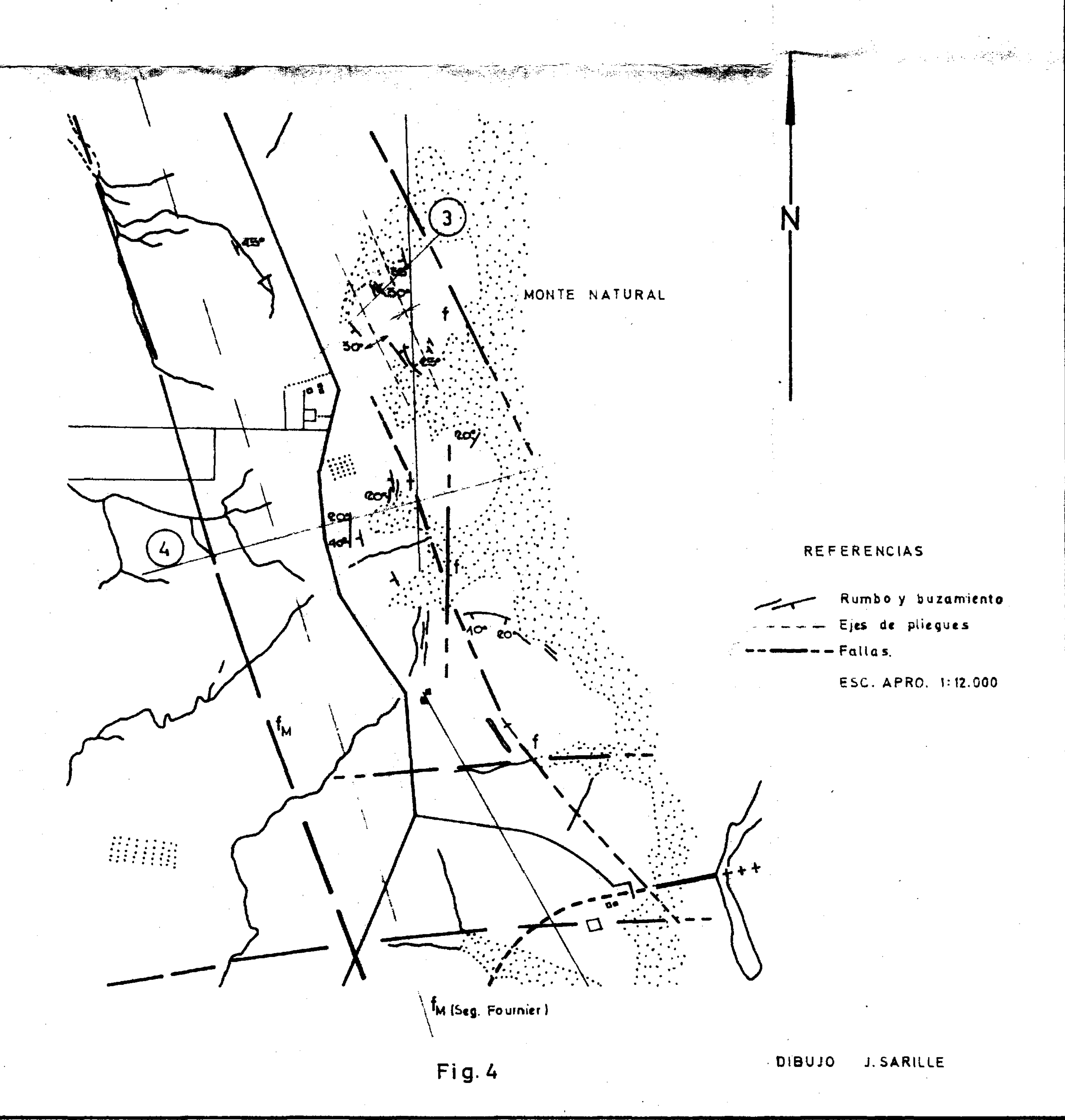
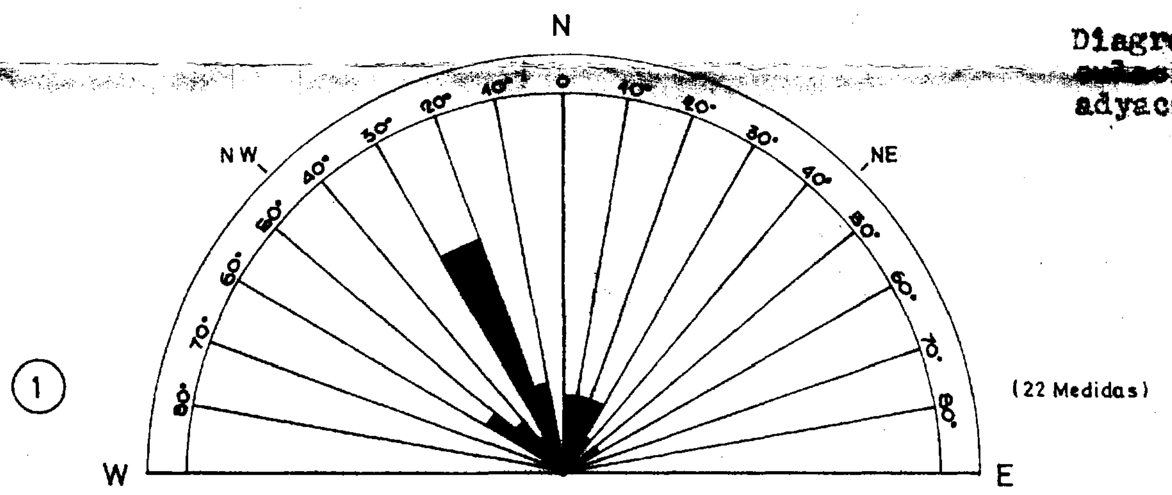


Fig. 4

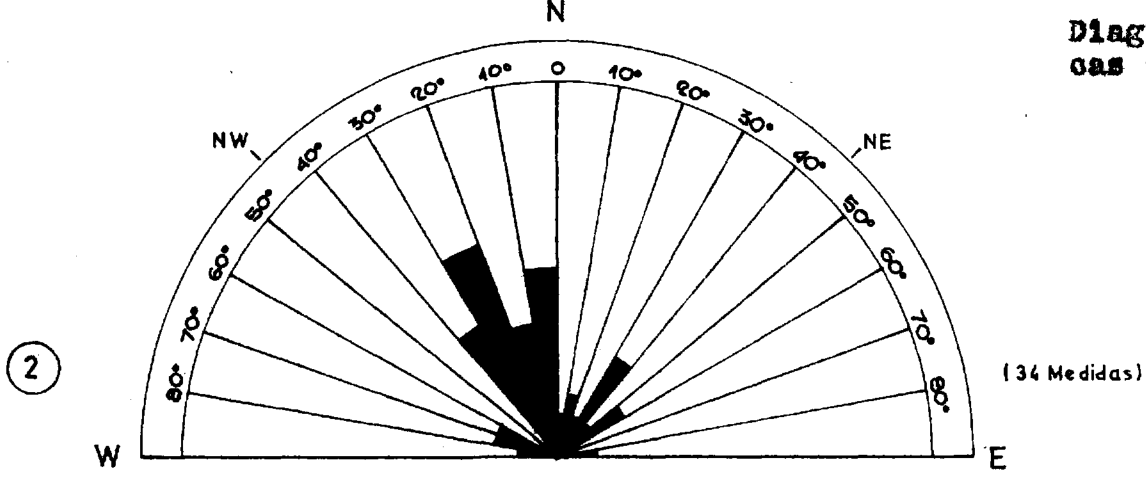
DIAGRAMAS DE FRECUENCIA



(1)

(22 Medidas)

Diagrama de direcciones preferenciales de circulación (crestas) del desmonte ferroviario adyacente a f_M (D_1).



(2)

(34 Medidas)

Diagrama de frecuencia de rumbos, de las rocas sedimentarias de la zona.

(3)

N

NW

NE

W

E

f_M

0 10° 20° 30° 40° 50° 60° 70° 80°

(6 Medidas)

Diagrama cualitativo de frecuencias en rumbos de fallas, y direcciones de fallas constadas.

DIRECCIONES DE FALLAS

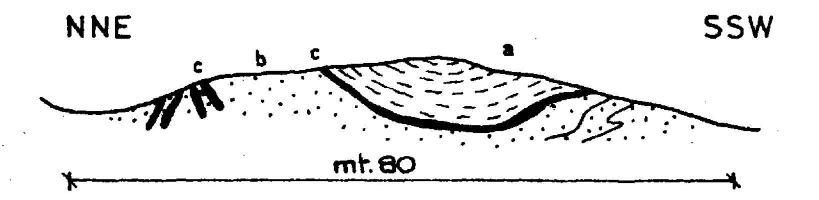
DIBUJO J. SARILLE

Fig. 5

CORTES GEOLOGICOS

LOCALES

(1) Desmonte D_5 (frente a lo de Prieto)



a), Areniscas de grano fino a medio bien estratificadas.
b), Areniscas masivas de grano fino.
c), Niveles ferrificados.

(2) Desmonte D_{3b} (cantera)

NE

SW

d e c b a

2 1

mt. 80

a), Areniscas muy finas.
b), Rollos de flujo.
c), Arenisca gravillosa.
d), Limolitos y siltitos.
e), Rollos de flujo poco desarrollados.

REGIONALES

(3) SW NE

(4) WSW f_M ENE dl

DIBUJO J. SARILLE

Fig. 6

PERFILES

(1) Perfil del desmonte 2 (D_2)

mt 3.50

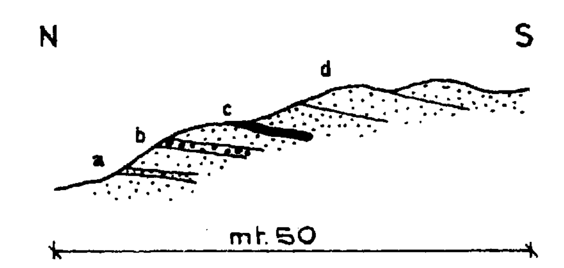
a

b

c

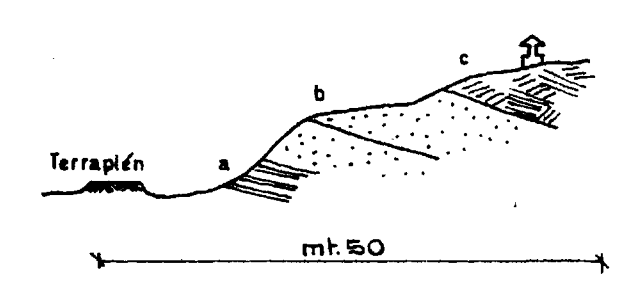
a) y c), Tillita y drift estratificado.
b), Areniscas conglomerádicas.

(2) Perfil del afloramiento 4



a), Limo con cantos.
b), Arenisca de estratificación cruzada.
c), Limo.
d), Arenisca de grano fino.

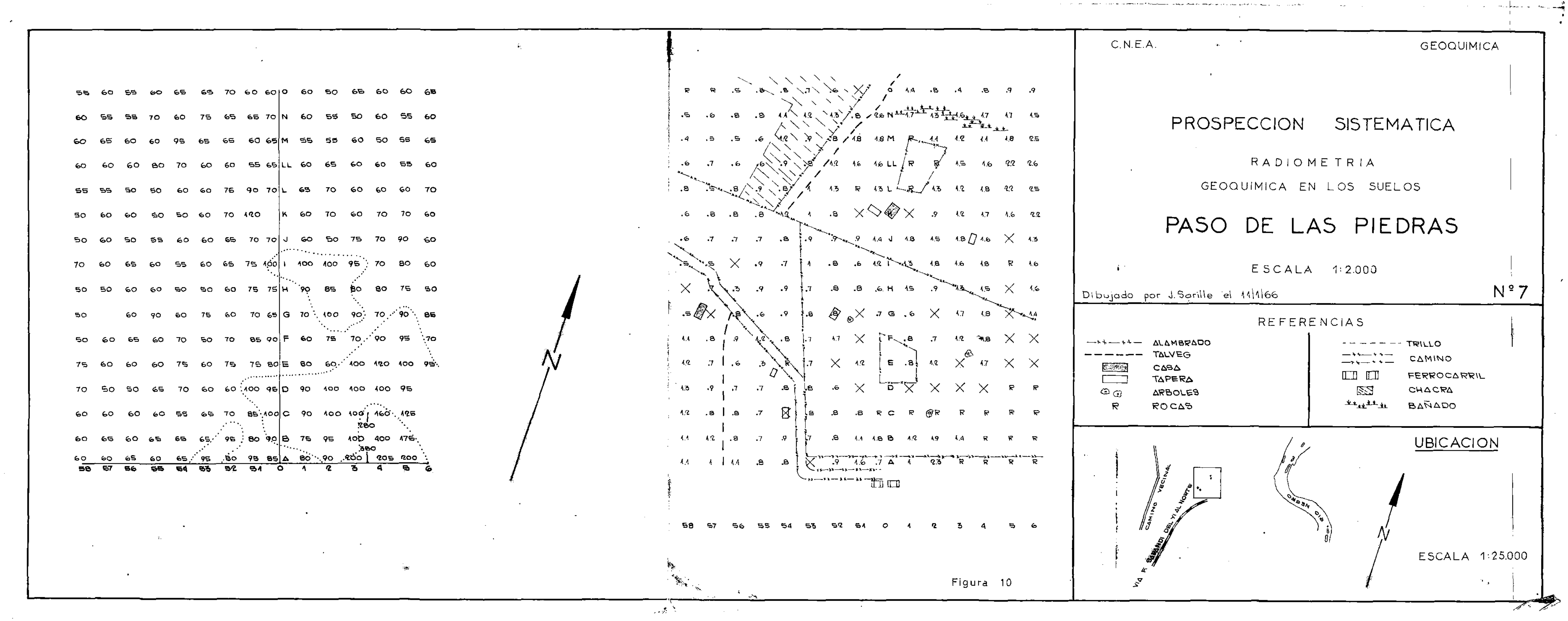
(3) Perfil del Cerro del Horno

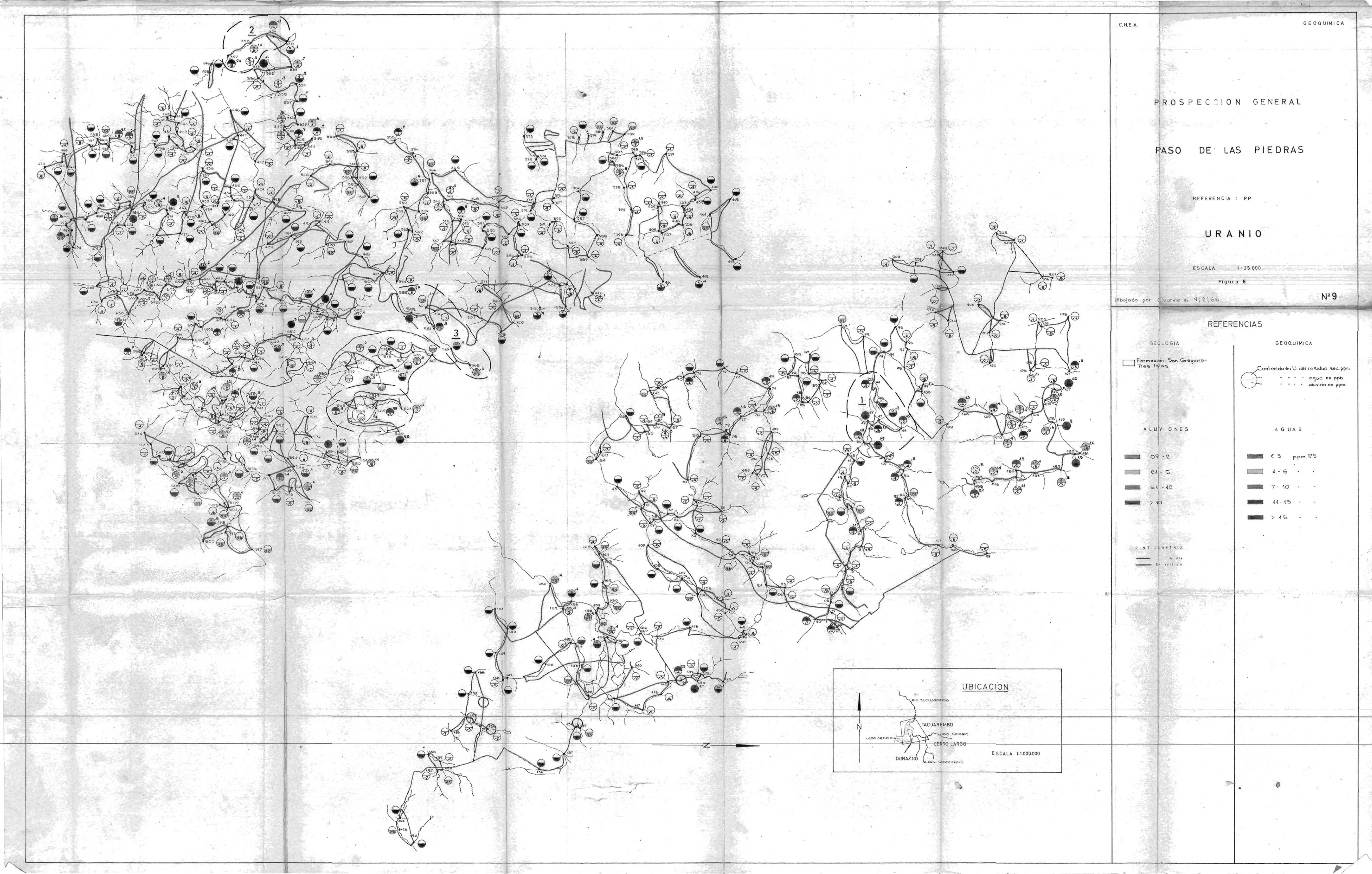


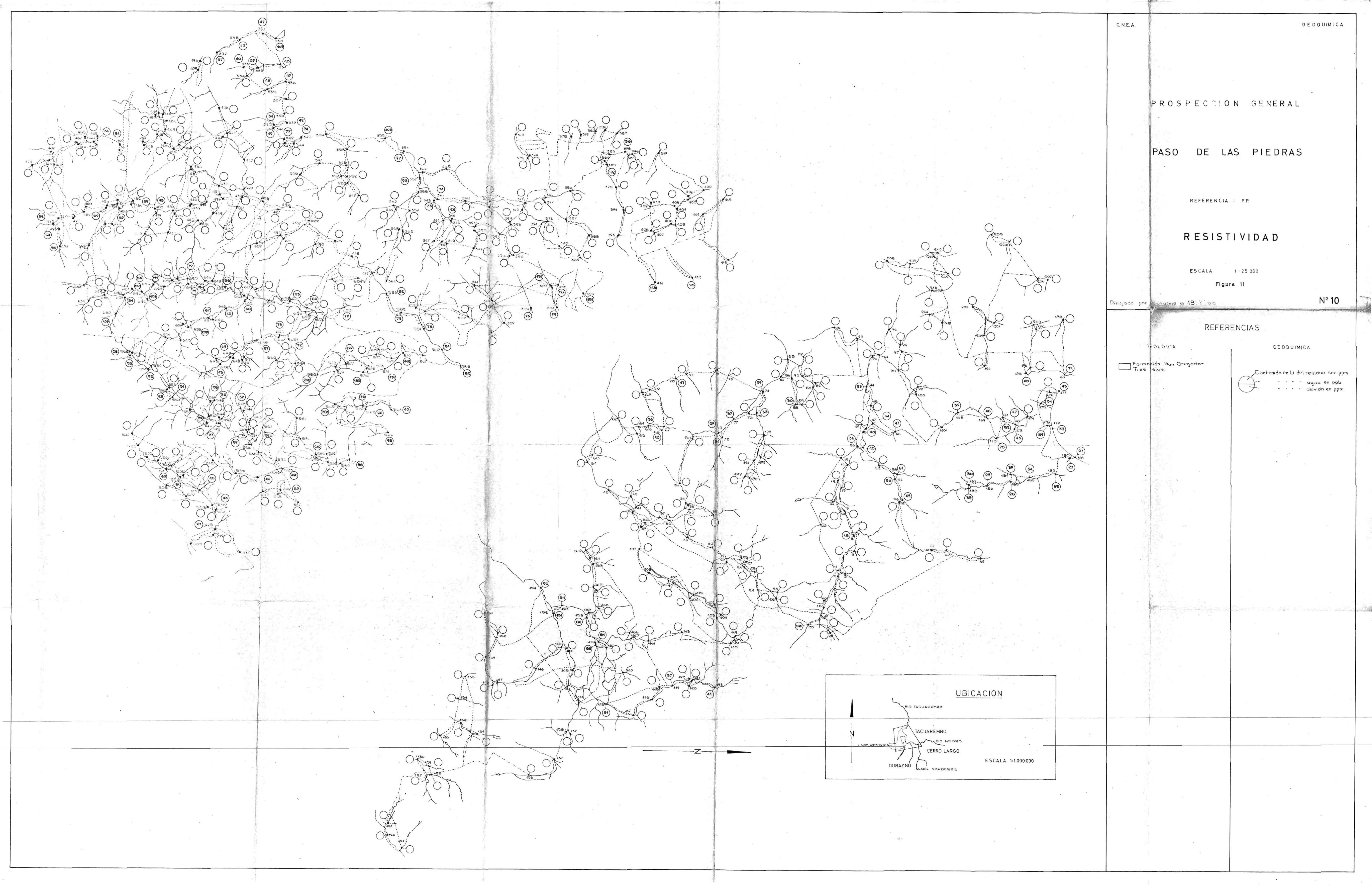
a), Lutitas, en partes várvicas.
b), Limolitos y areniscas muy finas.
c), Areniscas de grano medio a estratificación cruzada.

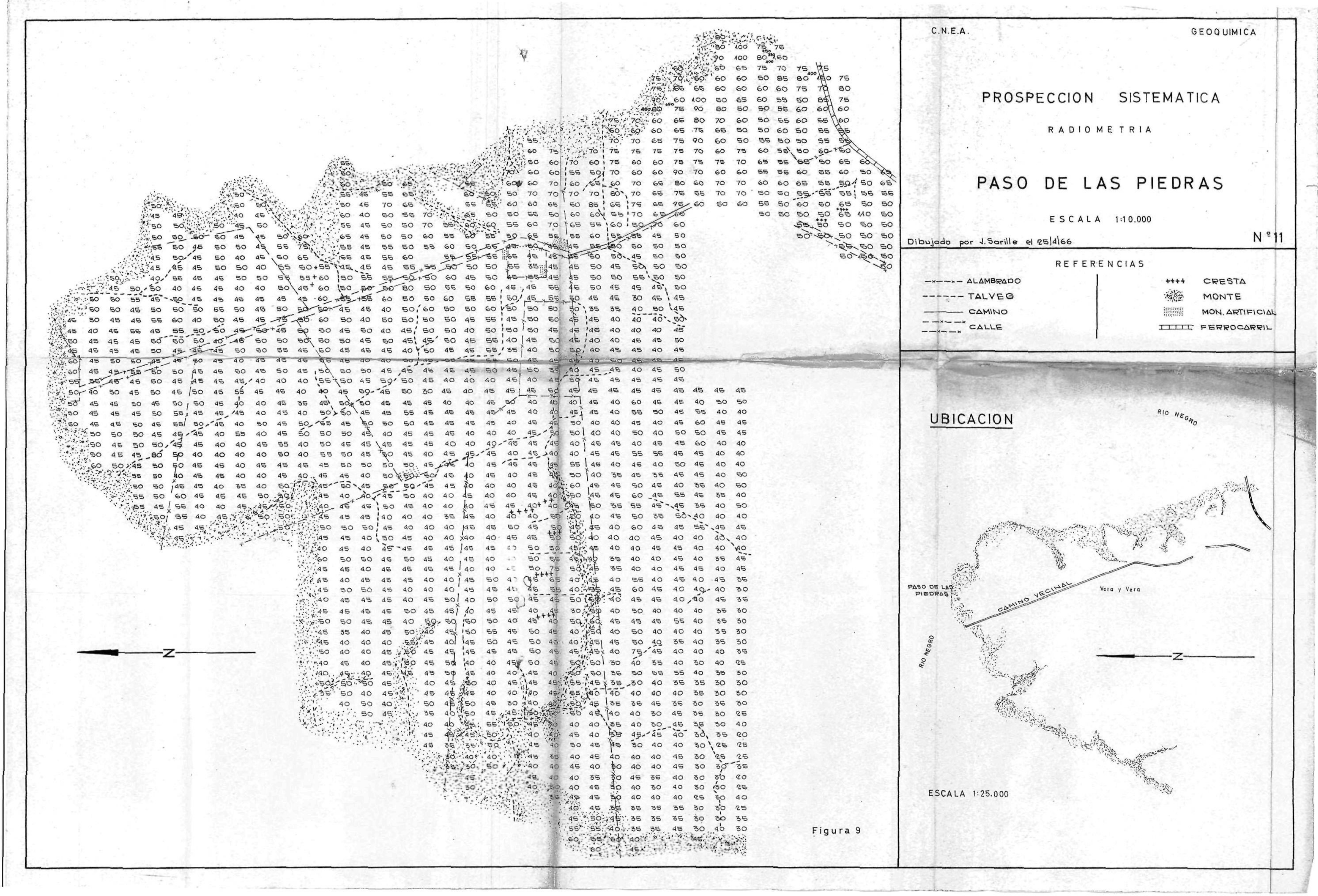
DIBUJO J. SARILLE

Fig. 7


C.N.E.A.
GEOQUIMICA
PROSPECCION SISTEMATICA
RADIOMETRIA
GEOQUIMICA EN LOS SUELOS
PASO DE LAS PIEDRAS
ESCALA 1:2.000
Dibujado por J. Sarille el 11/1/66
Nº 7
REFERENCIAS
ALAMBRADO
TALVEG
CASA
TAPERA
ARBOLES
ROCAS
TRILLO
CAMINO
FERROCARRIL
CHACRA
BAÑADO
UBICACION
CAMINO VECINAL
RIO NEGRO
ESCALA 1:25.000
N
Figura 10


C.N.E.A.
GEOQUIMICA
PROSPECCION GENERAL
PASO DE LAS PIEDRAS
REFERENCIA : P.P.
URANIO
ESCALA 1:25.000
Figura 8
Dibujado por J. Sarille el 9.2.66
Nº 9
REFERENCIAS
GEOLOGIA
Formación San Gregorio-Tres Islas.
GEOQUIMICA
Contenido en U del residuo sec. ppm.
" " " " agua en ppb.
" " " " aluvión en ppm.
ALUVIONES
0.9 - 2
2.1 - 5
5.1 - 10
> 10
AGUAS
< 3 ppm. R.S.
4. - 6 " "
7 - 10 " "
11 - 15 " "
> 15 " "
CINTILOMETRIA
A pie
En vehiculo
UBICACION
N
RIO TACUAREMBO
TACUAREMBO
RIO NEGRO
LAGO ARTIFICIAL
CERRO LARGO
DURAZNO
A. DEL CORDOBES
ESCALA 1:1.000.000
1
2
3
4


C.N.E.A.
GEOQUIMICA
PROSPECCION GENERAL
PASO DE LAS PIEDRAS
REFERENCIA : PP
RESISTIVIDAD
ESCALA 1:25 000
Figura 11
Nº 10
REFERENCIAS
GEOLOGIA
Formación San Gregorio-Tres Islas.
GEOQUIMICA
Contenido en Li del residuo sec. ppm
" " " " agua en ppb
" " " " aluvión en ppm
UBICACION
RIO TACUAREMBO
TACUAREMBO
RIO NEGRO
LAGO ARTIFICIAL
CERRO LARGO
DURAZNO
ESCALA 1:1.000.000
N
Z


C.N.E.A.
GEOQUIMICA
PROSPECCION SISTEMATICA
RADIOMETRIA
PASO DE LAS PIEDRAS
ESCALA 1:10.000
Dibujado por J. Sarille el 25/4/66
N°11
REFERENCIAS
ALAMBRADO
TALVEG
CAMINO
CALLE
CRESTA
MONTE
MON. ARTIFICIAL
FERROCARRIL
UBICACION
RIO NEGRO
PASO DE LAS PIEDRAS
CAMINO VECINAL
Vera y Vera
RIO NEGRO
Z
ESCALA 1:25.000
Z
Figura 9